

холодной деформации со степенью обжатия 70%. В дальнейшем деформированные слитки разрезали на образцы и отжигали при температурах 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 530°C с выдержкой при каждой температуре 1 час. Далее измеряли микротвердость полученных образцов и исследовали их микроструктуру.

По результатам работы можно сделать вывод, что малые добавки Ti, Zr или Ti+Zr позволяют повысить температуру начала рекристаллизации сплавов Al–4%Cu на 50-100°C по сравнению со сплавами без добавок. Показано, что более мелкое зерно в легированных сплавах приводит к меньшему разупрочнению при рекристаллизации.

1. Ghosh G., Asta M. Acta Mater. 3225, 53(2005).
2. Захаров В.В. Металловедение и термическая обработка. 3, 6 (708) (2014).
3. Захаров В.В. Металловедение и термическая обработка. 3. 2(740). (2017).

## **ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК МЕТАЛЛИЧЕСКОГО АЛЮМИНИЯ И ЕГО ОКСИДА НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИАПАТИТА**

Гиниятуллин И.М., Богданова Е.А. \*, Скачков В.М., Сабирзянов Н.А.

Институт химии твердого тела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [chemi4@rambler.ru](mailto:chemi4@rambler.ru)

## **THE EFFECT OF THE ADDITION OF METALLIC ALUMINIUM AND ALUMINIUM OXIDE ON THE STRENGTH PROPERTIES OF COMPOSITES BASED ON HYDROXYAPATITE**

Giniyatullin I.M., Bogdanova E.A. \*, Skachkov V.M., Sabirzyanov N.A.

Institute of Solid State Chemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Ekaterinburg, Russia

The effect of the introduction of reinforcing additives of metal aluminum and its oxide on the mechanical properties of synthesized powders and ceramics based on hydroxyapatite.

Оптимальная биологическая совместимость имплантируемого материала обеспечивается его сходством по своим физико-химическим и структурно-морфологическим характеристикам с замещаемыми им структурами [1]. Такими материалами, активно применяемыми в настоящее время для заполнения костных дефектов и восстановления костной ткани, являются материалы на основе ортофосфатов кальция, в частности, гидроксиапатит (ГАП). Плотный или пористый керамический материал на основе ГАП используют в качестве материала имплантатов во многих областях медицины [2,3].

Прочностные характеристики могут быть повышены посредством армирования ГАП и его модифицированных форм (типа фторапатита) дисперсными

частицами неорганических соединений, например  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  и др. и их комбинации  $ZrO_2$ -  $Al_2O_3$ ,  $Si$ -  $Al$  и др. [4].

Изменение микротвердости композитов составов ГАП– $Al$  и ГАП– $Al_2O_3$  при различных температурах

Исследуемый образец	Микротвердость по Виккерсу (HV), ед. тв.					
	25°C	200°C	400°C	600°C	800°C	1000°C
10% $Al$ +ГАП	95±20	55±18	55±11	84±10	158±49	-
20% $Al$ +ГАП	141±20	54±15	36±5	217±71	114±44	118±79
10% $Al_2O_3$ +ГАП	147±25	55±22	87±31	136±40	401±90	253±129
20% $Al_2O_3$ +ГАП	47±4	85±6	83±20	94±51	525±188	300±130

Химически инертный  $Al_2O_3$  вводят для упрочнения ГАП, а металлический алюминий с низкой температурой плавления можно вводить для индуцирования жидкофазного спекания. В настоящее время в литературе крайне мало данных об изменении микроструктуры и прочностных свойств в системах ГАП– $Al$ ( $Al_2O_3$ ) и совсем нет при высокотемпературной обработке.

*Работа выполнена в соответствии с государственным заданием и планами НИР ИХТТ УрО РАН.*

1. Бунтин А.Е. Биосовместимые покрытия / Современные биоинженерные и ядерно-физические технологии в медицине: сборник материалов Всероссийской молодежной научной конференции. С. 132-134. (2014).
2. Сафронова Т.В., Путляев В.И. Медицинское неорганическое материаловедение в России: кальцийфосфатные материалы // Наносистемы: физика, химия, математика. Т.4. №1. С. 24-47; (2013).
3. Brug, K.J.L., Porter, S. and Kellam, J.F., Biomaterial developments for bone tissue engineering. Biomaterials. 2347-2359. 21. (2000).
4. A. Guidara et al. / Materials Chemistry and Physics. 358-368. 202. (2017).